

УДК 630\*524.39+630\*174.754

**СТРУКТУРА ФИТОМАССЫ ДЕРЕВЬЕВ ЛИСТВЕННИЦЫ ГМЕЛИНА  
В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЭВЕНКИИ**

А. С. ПРОКУШКИН – кандидат биологических наук,  
заведующий лабораторией биогеохимических циклов в лесных экосистемах\*,  
e-mail: prokushkin@ksc.krasn.ru

С. Г. ПРОКУШКИН – доктор биологических наук, профессор,  
ведущий научный сотрудник\*,

\*Институт леса им. В.Н. Сукачева Сибирского отделения Российской академии наук,  
660036, Россия, Красноярск, Академгородок, 50/28,  
тел.: 8 (391) 249- 43-68,  
e-mail: stanislav@ksc.krasn.ru

**Ключевые слова:** лиственница Гмелина, фитомасса деревьев, изменение климата, Центральная Эвенкия, аллометрические модели.

Фитомасса лесов является ключевой экосистемной составляющей и важным компонентом глобального углеродного цикла. Она играет основополагающую роль в нашем понимании углеродного обмена между биотой и атмосферой в условиях антропогенного изменения климата. Степень достигнутого прогресса в изучении биологической продуктивности лесов определяется главным образом фактологическим состоянием вопроса, т. е. обеспеченностью фактическими данными их фитомассы. Цель исследований состояла в выявлении структуры фитомассы деревьев лиственницы Гмелина (*Larix gmelini* (Rupr.) Rupr.). Объекты исследований представлены чистыми лиственничными естественными насаждениями в бассейне ручья Кулингдакан (приток р. Кочечум) в Центральной Эвенкии. Приведены фактические данные о структуре фитомассы 183 деревьев. Установлено, что с увеличением возраста лиственницы Гмелина в Центральной Эвенкии происходит изменение структуры фитомассы: масса стволов возрастает, а масса ветвей и хвоя снижается. Структура фитомассы равновеликих деревьев лиственницы у разных видов, произрастающих в разных экорегионах, существенно различается, и применение «всеобщей» аллометрической модели при оценке фитомассы лиственничников в пределах их ареала может дать значительные смещения.

**PHYTOMASS STRUCTURE OF LARIX GMELINI (RUPR.) TREES  
IN CENTRAL EVENKIA**

A. S. PROKUSHKIN – candidate of biological sciences,  
Head of the Laboratory of Biogeochemical Cycles in Forest Ecosystems\*,  
e-mail: prokushkin@ksc.krasn.ru

S. G. PROKUSHKIN – doctor of biological sciences, professor, leading researcher\*,

\* Forest Institute V.N. Sukacheva Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,  
660036, Russia, Krasnoyarsk, Akademgorodok, 50/28,  
phone: 8 (391) 249-43-68,  
e-mail: stanislav@ksc.krasn.ru

**Key words:** *Larix gmelini* (Rupr.) Rupr., phytomass of trees, climate change, Central Evenkia, allometric models.

Forest phytomass is a key ecosystem component and an important component of the global carbon cycle. It plays a fundamental role in our understanding of the carbon exchange between biota and the atmosphere

in the face of anthropogenic climate change. The extent to which progress has been made in studying the biological productivity of forests is mainly determined by the availability of harvest data on their phytomass. The aim of the study was to identify the structure of phytomass of *Larix gmelinii* (Rupr.) Rupr. trees. The objects of the study are presented with natural stands in the basin of Kullingdakan Creek (a tributary of Kochechum river) in the Central Evenkia. The actual data on the structure of phytomass of 183 trees are given. It was found that with increasing age of Gmelin larch in Central Evenkia there is a change in the structure of phytomass: the mass of stems increases, and the mass of branches and needles decreases. The structure of the phytomass of equal-sized larch trees differs significantly in different species growing in different regions, and the use of the «universal» allometric model in assessing the phytomass of larch forests within their growing area can give significant biases.

### Введение

Фитомасса лесов является ключевой экосистемной составляющей и важным компонентом глобального углеродного цикла. Она играет основополагающую роль в нашем понимании углеродного обмена между биотой и атмосферой в условиях антропогенного изменения климата [1]. Степень достигнутого прогресса в изучении биологической продуктивности лесов определяется главным образом фактологическим состоянием вопроса, т.е. обеспеченностью фактическими данными их фитомассы по полным видовому и экологическому спектрам [2]. К сожалению, исходная информация обычно хранится в личных архивах исследователей и со временем теряется для науки. Только по одной древесной породе, лиственнице Гмелина, в Северо-Восточном Китае у исследователей имеется 1050 нигде не опубликованных определений фитомассы деревьев на 355 пробных площадях [3]. Формирование баз данных о фактической фитомассе деревьев и древостоев особенно актуально в связи с провозглашенной в научном мире «эрой больших данных» (Big Data Era) [4].

Лиственничники криолитозоны Сибири, занимая более 1,9 млн км<sup>2</sup>, выполняют важные экологические функции регионального и глобального масштабов. Поэтому оценка фактических запасов фитомассы лесов высоких широт и исследование ее структуры являются важным моментом для понимания потоков углерода и других биогенных элементов и их прогнозирования при глобальном потеплении [5].

### Цель и методика исследований

Цель исследований состояла в выявлении структуры фитомассы деревьев лиственницы Гмелина (*Larix gmelini* (Rupr.) Rupr.). Исследования проводились на территории Нижнетунгусского округа лиственничных и лиственнично-темнохвойных северотаежных лесов Ангаро-Тунгусской таежной провинции Среднесибирской лесорастительной области. Объектами исследования явились чистые насаждения лиственницы Гмелина в бассейне ручья Кулингдакан (приток р. Кочечум) в Центральной Эвенкии (64°19'с.ш., 100°15' в.д.). Определение запасов фитомассы и

ее распределение по отдельным компонентам дерева у лиственницы проводилось в древостоях разных возрастных групп [6]. На каждой пробной площади по ступеням толщины взято 183 модельных дерева (таблица), у которых взвешивали стволы, ветви и хвою. Деревья массой более 25 кг взвешивали на весах с точностью 0,05 кг, а деревья меньшей массы – на весах с точностью 0,01 кг. Для определения содержания сухого вещества во фракциях фитомассы на относительных высотах ствола взято по четыре диска и от каждой трети кроны взяты пробные навески ветвей и хвои, все упаковывалось в пластиковые мешки и в лабораторных условиях высушивалось в сушильных шкафах при температуре 105 °С до постоянного веса. Определение запасов подземной массы проводилось путем раскопки всей корневой системы у восьми деревьев в молодняках и по одному – у лиственниц старших возрастов. Для учета брали все фракции корней: скелетные, проводящие и физиологически активные окончания. Корни отмывались от почвы, высушивались и взвешивались.

### Результаты исследований

Выполненные исследования позволили выявить некоторые особенности распределения фитомассы модельных деревьев по её фракциям. Установлено, что с увеличением возраста происходит увеличение доли стволо-

вой массы в общей фитомассе дерева. Если в молодняках масса стволов составляет  $64,6 \pm 5,1$  % от всей надземной массы, то в спелых и перестойных древостоях она достигает  $85,2 \pm 1,8$  и  $89,4 \pm 1,4$  % соответственно. Одновременно в надземной фи-

томассе резко снижаются доли ветвей и хвои: фитомасса ветвей снижается с  $21,7 \pm 3,0$  в молодняках до  $7,7 \pm 0,9$  % в спелых и перестойных древостоях, а фитомасса хвои – соответственно с  $13,7 \pm 2,2$  до  $3,1 \pm 0,7$  %.

Структура фитомассы модельных деревьев лиственницы Гмелина, взятых на пробных площадях в Центральной Эвенкии ( $64^{\circ}19'$  с.ш.,  $100^{\circ}15'$  в.д.).

Обозначения:  $A$  – возраст дерева, лет;  $D$  и  $D_0$  – соответственно диаметр ствола на высоте груди и у основания ствола, см;  $H$  – высота дерева, м;  $P_{st}$ ,  $P_{br}$ ,  $P_f$ ,  $P_a$ ,  $P_r$  и  $P_{tot}$  – соответственно фитомасса в абсолютно сухом состоянии ствола в коре, ветвей (скелета кроны), хвои, надземная, корней и общая, кг;  $N$  – число деревьев на 1 га.

The phytomass structure of the model larch trees of Gmelin taken on trial plots in Central Evenkia ( $64^{\circ}19' N$ ,  $100^{\circ}15' E$ ). Designations:  $A$  – age of the tree, years;  $D$  and  $D_0$  – respectively, the diameter of the trunk at the height of the chest and at the base of the trunk, cm;  $H$  – tree height, m;  $P_{st}$ ,  $P_{br}$ ,  $P_f$ ,  $P_a$ ,  $P_r$  and  $P_{tot}$ , respectively, phytomass in absolutely dry state of the trunk in the cortex, branches (skeleton of the crown), needles, aerial, roots and total, kg;  $N$  is the number of trees per 1 ha.

№	$A$	$D$	$D_0$	$H$	$P_{st}$	$P_{br}$	$P_f$	$P_a$	$P_r$	$P_{tot}$	$N$
1	10	0,4	1,6	1,5	0,038	0,024	0,022	0,084	0,020	0,104	119500
2	11	0,9	1,5	1,9	0,062	0,033	0,031	0,126	0,024	0,151	119500
3	11	1,2	2,4	2,3	0,089	0,033	0,024	0,145	0,027	0,172	119500
4	14	0,2	0,9	1,6	0,026	0,007	0,003	0,036	0,005	0,042	42100
5	14	0,2	1,0	1,5	0,036	0,014	0,008	0,058	0,009	0,068	42100
6	13	0,3	0,9	2,2	0,044	0,014	0,005	0,063	0,010	0,073	42100
7	14	1,6	2,2	4,3	0,279	0,066	0,029	0,374	0,080	0,455	42100
8	15	2,0	3,0	4,7	0,458	0,110	0,053	0,621	0,157	0,778	42100
9	16	1,1	2,0	3,4	0,161	0,047	0,026	0,234	0,047	0,281	42100
10	16	2,4	3,8	5,7	0,702	0,148	0,084	0,934	0,246	1,179	42100
11	25	4,0	6,0	5,1	3,741	0,473	0,316	4,529	2,152	6,681	19700
12	26	7,8	9,8	7,2	13,692	2,323	1,093	17,108	9,727	26,835	19700
13	23	2,6	4,4	4,8	1,389	0,114	0,090	1,593	0,357	1,950	19700
14	24	1,5	2,5	3,4	0,466	0,041	0,035	0,543	0,102	0,645	19700
15	24	1,0	1,5	2,5	0,158	0,012	0,010	0,180	0,037	0,217	19700
16	17	0,4	1,0	1,4	0,048	0,004	0,004	0,057	0,014	0,071	19700
17	53	4,3	–	7,6	3,815	0,424	0,127	4,365	–	–	4530
18	58	14,5	–	14,4	54,357	9,977	3,326	67,660	–	–	4530
19	53	10,0	–	12,2	19,745	2,674	1,377	23,797	–	–	4530
20	22	2,4	–	5,6	0,908	0,115	0,062	1,085	–	–	4530
21	31	2,8	–	6,0	1,214	0,102	0,040	1,356	–	–	4530

Продолжение таблицы  
Table continuation

№	A	D	D <sub>0</sub>	H	P <sub>st</sub>	P <sub>br</sub>	P <sub>f</sub>	P <sub>a</sub>	P <sub>r</sub>	P <sub>tot</sub>	N
22	52	4,8	–	7,9	4,218	0,633	0,211	5,062	–	–	4530
23	55	7,2	–	11,3	13,366	1,455	0,716	15,537	–	–	4530
24	56	11,0	–	12,4	28,969	3,460	1,093	33,522	–	–	4530
25	34	2,2	–	4,8	0,544	0,117	0,099	0,760	–	–	3400
26	43	8,4	–	10,2	19,328	2,802	1,595	23,725	–	–	3400
27	44	11,7	–	12,0	43,168	12,482	5,608	61,258	–	–	3400
28	35	3,3	–	7,5	1,440	0,363	0,285	2,088	–	–	3400
29	35	8,0	–	8,7	12,280	2,219	1,578	16,077	–	–	3400
30	49	2,1	–	3,5	0,615	0,160	0,091	0,866	–	–	17600
31	54	4,5	–	6,0	2,326	0,470	0,214	3,010	–	–	17600
32	57	6,9	–	6,7	4,866	1,496	0,689	7,051	–	–	17600
33	57	8,6	–	8,5	11,577	2,514	1,285	15,376	–	–	17600
34	128	14,1	–	13,4	35,052	15,150	6,186	56,388	–	–	7050
35	132	12,3	–	11,3	22,964	7,870	3,670	34,504	–	–	7050
36	42	9,5	–	8,5	12,592	2,306	1,047	15,945	–	–	7050
37	50	7,4	–	6,0	4,620	1,058	0,527	6,205	–	–	7050
38	39	4,0	–	3,6	1,896	0,170	0,133	2,199	–	–	7050
39	39	3,9	–	3,2	1,975	0,373	0,373	2,721	–	–	2600
40	44	5,7	–	4,5	6,430	0,859	0,538	7,826	–	–	2600
41	118	13,3	–	12,0	50,505	6,257	1,433	58,195	–	–	2600
42	68	8,9	–	6,6	14,495	3,833	0,722	19,050	–	–	2600
43	62	9,4	–	9,0	21,840	5,352	1,294	28,485	–	–	2600
44	55	19,2	–	14,5	102,56	27,567	12,385	142,51	–	–	2625
45	32	4,2	–	6,6	2,727	0,532	0,436	3,695	–	–	2625
46	22	2,1	–	4,1	0,802	0,083	0,071	0,956	–	–	2625
47	36	13,0	–	12,2	31,815	14,586	4,862	51,263	–	–	2625
48	35	6,9	–	10,5	5,078	1,590	1,299	7,967	–	–	2625
49	52	2,1	–	3,1	1,925	0,325	0,175	2,425	–	–	2610
50	67	9,1	–	8,5	14,219	3,517	1,632	19,368	–	–	2610
51	134	12,0	–	12,5	33,884	4,086	1,286	39,256	–	–	2610
52	118	14,0	–	13,0	23,013	1,547	0,693	25,253	–	–	2610
53	100	4,3	–	4,9	4,344	0,847	0,531	5,721	–	–	2610
54	107	13,0	17,5	12,9	39,872	1,909	0,507	42,288	–	–	3340
55	73	4,0	5,8	6,6	2,671	0,426	0,120	3,217	–	–	3340
56	96	6,0	8,5	8,3	7,856	0,726	0,205	8,787	–	–	3340
57	97	8,0	11,8	9,8	11,792	0,992	0,446	13,23	–	–	3340
58	108	10,6	14,0	12,1	27,914	1,384	0,622	29,92	–	–	3340
59	70	2,1	3,2	3,0	0,437	0,140	0,045	0,623	–	–	3340

Продолжение таблицы  
Table continuation

№	A	D	D <sub>0</sub>	H	P <sub>st</sub>	P <sub>br</sub>	P <sub>f</sub>	P <sub>a</sub>	P <sub>r</sub>	P <sub>tot</sub>	N
60	107	12,0	16,8	9,5	23,423	1,792	0,883	26,098	—	—	2320
61	106	8,0	11,7	8,5	14,006	1,165	0,684	15,856	—	—	2320
62	94	4,7	6,5	6,6	4,327	0,165	0,085	4,577	—	—	2320
63	99	6,0	8,0	7,2	6,630	0,518	0,244	7,392	—	—	2320
64	88	3,4	5,1	5,1	1,611	0,188	0,063	1,862	—	—	2320
65	80	2,3	3,2	3,8	0,706	0,079	0,024	0,809	—	—	2320
66	106	9,5	14,0	8,1	15,704	1,620	0,763	18,087	—	—	2320
67	81	3,8	—	4,6	1,949	0,204	0,196	2,350	1,212	3,562	2320
68	74	3,0	—	4,0	1,153	0,126	0,099	1,378	0,911	2,289	2320
69	88	5,2	—	5,7	4,206	0,387	0,174	4,767	2,500	7,267	2320
70	110	9,9	—	9,7	18,191	1,487	0,673	20,351	—	—	6350
71	110	7,8	—	8,0	11,408	0,723	0,390	12,521	—	—	6350
72	110	6,1	—	5,9	5,267	0,828	0,554	6,649	—	—	6350
73	110	4,2	—	5,1	2,825	0,307	0,173	3,305	—	—	6350
74	110	2,2	—	3,1	0,450	0,083	0,051	0,585	—	—	6350
75	104	6,2	—	7,9	7,557	0,595	0,230	8,383	—	—	4075
76	104	8,0	—	7,6	14,959	0,951	0,380	16,290	—	—	4075
77	97	5,8	—	8,2	6,131	0,453	0,170	6,754	—	—	4075
78	96	4,5	—	5,8	2,781	0,320	0,120	3,221	—	—	4075
79	91	5,2	—	6,3	4,388	0,420	0,182	4,991	—	—	4075
80	100	6,4	—	6,9	7,911	0,579	0,220	8,710	—	—	4075
81	85	4,5	—	5,8	2,781	0,199	0,120	3,100	—	—	4075
82	89	5,2	—	6,3	4,388	0,203	0,080	4,672	—	—	4075
83	99	6,4	—	6,9	7,114	0,790	0,220	8,124	—	—	4075
84	106	9,3	—	11,3	32,802	2,558	1,430	36,790	—	—	1960
85	99	10,0	—	12,6	34,980	4,703	2,000	41,683	—	—	1960
86	88	8,5	—	10,8	23,430	2,190	0,670	26,290	—	—	1960
87	104	7,8	—	9,5	15,114	1,444	0,590	17,148	—	—	1960
88	102	9,4	14,4	10,8	20,936	3,440	1,280	25,656	—	—	1960
89	100	14,5	21,2	10,9	51,800	11,093	3,680	66,573	—	—	1960
90	95	5,0	7,5	7,1	4,077	1,546	0,200	5,823	—	—	1960
91	100	10,5	16,0	9,3	21,993	3,767	2,119	27,879	—	—	950
92	100	10,7	15,8	9,5	26,555	6,684	4,456	37,695	—	—	950
93	100	5,4	7,8	5,0	3,049	0,827	0,705	4,581	—	—	950
94	100	4,1	—	4,5	2,150	0,343	0,216	2,709	—	—	3020
95	100	6,8	—	5,4	5,919	1,163	0,699	7,781	—	—	3020
96	100	3,4	—	3,0	1,662	0,210	0,090	1,962	—	—	3020
97	100	2,3	—	2,0	0,598	0,255	0,094	0,947	—	—	3020

Продолжение таблицы  
Table continuation

№	A	D	D <sub>0</sub>	H	P <sub>st</sub>	P <sub>br</sub>	P <sub>f</sub>	P <sub>a</sub>	P <sub>r</sub>	P <sub>tot</sub>	N
98	100	1,0	–	1,1	0,178	0,029	0,012	0,219	–	–	3020
99	100	1,5	–	1,7	0,254	0,059	0,025	0,338	–	–	3020
100	100	5,9	–	5,1	3,850	0,578	0,125	4,553	–	–	3020
101	100	5,7	–	5,2	4,355	0,402	0,172	4,929	–	–	3020
102	102	4,6	–	4,3	3,372	0,213	0,154	3,740	–	–	3020
103	99	4,4	–	4,5	2,696	0,529	0,383	3,607	–	–	3020
104	88	4,9	–	5,3	4,130	1,014	0,341	5,484	–	–	3020
105	106	9,3	–	11,3	32,802	4,703	1,740	39,244	–	–	3020
106	101	8,5	–	10,8	23,430	1,898	0,702	26,030	–	–	3020
107	104	7,8	–	9,5	15,114	1,444	0,534	17,092	–	–	3020
108	104	6,2	–	7,9	7,557	0,953	0,384	8,894	–	–	3020
109	104	8,0	–	7,6	14,959	2,951	0,837	18,747	–	–	3020
110	106	9,3	–	11,3	32,802	4,703	1,740	39,244	–	–	3020
111	104	7,8	–	9,5	15,114	1,444	0,534	17,092	–	–	3020
112	143	7,2	9,8	9,0	8,657	2,009	1,035	11,701	–	–	3020
113	108	2,0	–	2,8	0,570	0,118	0,065	0,753	0,382	1,134	9050
114	110	4,2	–	5,5	2,726	0,304	0,253	3,284	1,586	4,870	9050
115	111	5,0	–	5,4	3,834	0,713	0,491	5,037	–	–	9050
116	109	5,1	–	5,8	4,723	0,612	0,498	5,833	2,875	8,708	9050
117	100	6,8	–	6,8	7,649	1,139	0,853	9,641	–	–	9050
118	100	9,8	–	7,4	23,194	1,516	0,696	25,406	11,589	36,995	9050
119	182	7,0	9,5	7,4	8,022	0,617	0,429	9,067	–	–	2430
120	190	10,0	14,0	9,9	16,876	1,400	0,822	19,097	–	–	2430
121	157	16,5	21,5	12,1	61,414	3,770	2,214	67,398	–	–	2430
122	180	4,0	6,0	4,9	2,336	0,143	0,092	2,571	–	–	2430
123	164	12,0	19,0	11,9	42,109	2,663	0,934	45,706	–	–	2430
124	195	25,0	35,0	15,2	149,115	4,447	1,819	155,381	–	–	2430
125	190	20,0	26,0	15,0	113,458	15,964	6,208	135,631	–	–	1410
126	182	8,0	10,7	8,8	12,673	1,449	0,888	15,010	–	–	1410
127	206	14,6	21,0	13,9	57,889	5,074	2,388	65,351	–	–	1410
128	183	11,0	15,0	11,5	29,843	5,678	2,925	38,446	–	–	1410
129	169	6,0	10,0	6,8	6,173	0,652	0,627	7,452	–	–	1410
130	288	22,0	34,0	18,0	197,397	6,760	2,761	206,918	–	–	1410
131	188	12,6	18,5	13,0	32,858	7,403	3,326	43,587	–	–	1680
132	221	15,3	19,6	9,7	53,685	18,901	5,969	78,554	–	–	1680
133	143	7,2	9,8	9,0	8,657	2,009	1,035	11,701	–	–	1680
134	176	7,5	10,2	6,6	9,644	1,128	0,352	11,124	–	–	1330
135	190	20,0	27,0	15,6	101,952	8,563	2,415	112,931	–	–	1330

Продолжение таблицы  
Table continuation

№	A	D	D <sub>0</sub>	H	P <sub>st</sub>	P <sub>br</sub>	P <sub>f</sub>	P <sub>a</sub>	P <sub>r</sub>	P <sub>tot</sub>	N
136	187	14,0	20,0	12,2	57,477	3,012	1,082	61,571	—	—	1330
137	172	10,0	13,0	8,0	16,799	1,190	0,444	18,433	—	—	1330
138	152	6,0	9,6	7,1	7,658	0,910	0,349	8,917	—	—	1330
139	112	4,5	7,5	5,0	3,031	0,682	0,204	3,917	—	—	1330
140	153	17,5	24,0	14,2	83,301	6,605	1,695	91,601	—	—	1330
141	187	12,3	18,0	12,6	37,971	1,789	0,505	40,265	—	—	1330
142	371	21,0	30,0	14,2	130,014	5,532	1,653	137,199	—	—	1330
143	355	28,0	40,0	15,6	268,962	4,716	1,664	275,342	—	—	1330
144	297	15,5	21,0	11,2	58,013	4,971	1,657	64,640	—	—	1290
145	406	20,5	24,5	11,9	100,431	3,252	1,265	104,948	—	—	1290
146	280	13,5	18,0	10,8	41,301	5,369	2,193	48,863	—	—	1290
147	105	4,2	6,5	5,1	2,789	0,955	0,492	4,235	—	—	1290
148	183	10,0	15,0	8,5	17,820	1,644	0,774	20,237	—	—	1290
149	155	6,5	7,7	6,6	5,266	2,382	0,794	8,442	—	—	1290
150	278	12,5	17,8	10,2	32,155	1,205	0,402	33,762	—	—	1290
151	175	7,2	11,0	6,7	9,411	0,788	0,354	10,553	—	—	1290
152	5	—	0,200	0,22	0,000220	0,00013	0,000110	0,00046	0,000120	0,000580	119500
153	4	—	0,220	0,23	0,000330	0,00012	0,000100	0,00055	0,000110	0,000660	119500
154	9	—	0,330	0,31	0,000510	0,00012	0,000270	0,00090	0,000270	0,001170	119500
155	5	—	0,760	0,59	0,002310	0,00073	0,001190	0,00423	0,000650	0,004880	119500
156	9	—	0,602	0,56	0,003760	0,00320	0,002440	0,00940	0,003110	0,012510	119500
157	11	—	0,500	0,49	0,001710	0,00076	0,001210	0,00368	0,000500	0,004180	119500
158	10	—	0,840	0,73	0,005720	0,00347	0,004000	0,01319	0,003070	0,016260	119500
159	6	—	0,790	0,74	0,007590	0,00213	0,002220	0,01194	0,002860	0,014800	119500
160	11	—	0,957	0,89	0,008290	0,00429	0,005180	0,01776	0,003190	0,020950	119500
161	11	—	0,900	0,93	0,008900	0,00424	0,004630	0,01777	0,002940	0,020710	119500
162	12	—	1,170	1,09	0,015070	0,00667	0,010120	0,03186	0,006640	0,038500	119500
163	12	—	1,020	1,14	0,013670	0,00633	0,006770	0,02677	0,005030	0,031800	119500
164	11	—	1,030	1,26	0,019090	0,01082	0,007300	0,03721	0,006980	0,044190	119500
165	11	—	0,320	0,26	0,000270	0,00012	0,000110	0,00050	0,000090	0,000590	119500
166	8	—	0,200	0,47	0,000827	0,00015	0,000148	0,00112	0,000134	0,001258	42100
167	12	—	0,550	0,88	0,005585	0,00228	0,002243	0,01011	0,001179	0,011290	42100
168	12	—	0,420	0,53	0,002034	0,00067	0,000640	0,00334	0,000474	0,003818	42100
169	9	—	0,150	0,28	0,000406	0,00011	0,000106	0,00063	0,000072	0,000698	42100
170	11	—	0,430	0,56	0,002571	0,00094	0,000780	0,00430	0,000633	0,004928	42100
171	11	—	0,250	0,34	0,000910	0,00036	0,000377	0,00165	0,000230	0,001881	42100
172	11	—	0,400	0,83	0,002611	0,00051	0,000536	0,00366	0,000500	0,004157	42100
173	9	—	0,100	0,22	0,000250	0,00004	0,000046	0,00034	0,000040	0,000376	42100



Окончание таблицы  
End of table

№	A	D	D <sub>0</sub>	H	P <sub>st</sub>	P <sub>br</sub>	P <sub>f</sub>	P <sub>a</sub>	P <sub>r</sub>	P <sub>tot</sub>	N
174	11	–	0,200	0,40	0,000885	0,00024	0,000350	0,00147	0,000204	0,001677	42100
175	11	–	0,250	0,50	0,001130	0,00031	0,000377	0,00181	0,000215	0,002028	42100
176	13	–	0,900	1,23	0,017100	0,00920	0,007000	0,03330	0,005000	0,038300	42100
177	14	–	0,850	1,23	0,026010	0,00686	0,003393	0,03626	0,005370	0,041633	42100
178	13	–	1,000	1,22	0,026714	0,01457	0,006815	0,04810	0,009244	0,057347	42100
179	12	–	0,300	0,50	0,002400	0,00048	0,000235	0,00312	0,000275	0,003390	19700
180	8	–	0,400	0,62	0,004650	0,00048	0,000260	0,00539	0,001900	0,007290	19700
181	8	–	0,600	0,85	0,011540	0,00112	0,000860	0,01352	0,004950	0,018470	19700
182	15	–	0,800	1,05	0,028340	0,00351	0,002640	0,03449	0,012420	0,046910	19700
183	21	–	0,800	1,20	0,032980	0,00255	0,002450	0,03798	0,014450	0,052430	19700

Установлены корреляционные связи между фитомассой отдельных фракций и массой стволов лиственницы в разных возрастных группах. С увеличением возраста существенно снижается теснота связи хвои, ветвей и корней со стволовой массой.

Сравнительный анализ структуры фитомассы наших объектов со структурой фитомассы разновеликих деревьев лиственницы сибирской низовий р. Пур на севере Западной Сибири [2] показал, что по величине массы стволов и ветвей различие отсутствует ( $t = 0,9...0,3 < t_{05} = 2,0$ ), но масса хвои лиственницы Гмели-

на существенно выше, чем лиственницы сибирской на ее северном пределе ( $t = 5,0 > t_{05} = 2,0$ ).

Сравнение наших данных с результатами определения фитомассы деревьев лиственниц Каяндера и японской [2] показало отсутствие различий по массе стволов ( $t = 0,2...1,9 < t_{05} = 2,0$ ), но масса ветвей у последних существенно выше, чем у лиственницы Эвенкии ( $t = 4,0...8,8 > t_{05} = 2,0$ ). По массе хвои разновеликие лиственницы Гмелина и Каяндера не различаются ( $t = 1,0...1,9 < t_{05} = 2,0$ ), но у лиственницы японской масса хвои выше, чем у лиственницы Эвенкии ( $t = 6,5 > t_{05} = 2,0$ ).

### Выводы

1. С увеличением возраста лиственницы Гмелина на многолетней мерзлоте Центральной Эвенкии происходит изменение структуры фитомассы: масса стволов возрастает, а масса ветвей и хвои снижается,

2. Структура фитомассы разновеликих деревьев лиственницы у разных видов, произрастающих в разных экорегионах, существенно различается, и применение «всеобщей» аллометрической модели при оценке фитомассы лиственничников в пределах их ареала может дать значительные смещения.

### Библиографический список

1. Ni J., Zhang X.-S., Scurlock J.M.O. Synthesis and analysis of biomass and net primary productivity in Chinese forests // Annals of Forest Science. 2001. Vol. 58. P. 351–384. URL: <http://www.edpsciences.org>
2. Усольцев В.А. Фитомасса модельных деревьев лесобразующих пород Евразии: база данных, климатически обусловленная география, таксационные нормативы. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2016. 336 с. URL: <http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/5696>
3. Liu Z., Ma Q., Pan X. A study on the biomass and productivity of the natural *Larix gmelinii* forests // Acta Phytocologica Sinica. 1994. Vol. 18. No. 4. P. 328–337. (In Chinese with English abstracts).
4. Kudyba S. Big Data, Mining, and Analytics, Components of Strategic Decision Making, Boca Raton, CRC Press, 2014. 288 p.



5. Структура фитомассы древостоев лиственницы Гмелина на разных этапах онтогенеза эдификатора / С.Г. Прокушкин, О.А. Зырянова, М.А. Корец, А.Е. Петренко // Лесные экосистемы бореальной зоны: биоразнообразие, биоэкономика, экологические риски: матер. Всерос. науч. конф. с междунар. участием. Красноярск: Институт леса СО РАН, 2019. С. 363–366.

6. Поздняков Л.К., Протопопов В.В., Горбатенко В.М. Биологическая продуктивность лесов Средней Сибири и Якутии. Красноярск: Кн. изд-во, 1969. 120 с.

### Bibliography

1. Ni J., Zhang X.-S., Scurlock J.M.O. Synthesis and analysis of biomass and net primary productivity in Chinese forests // *Annals of Forest Science*. 2001. Vol. 58. P. 351–384. URL: <http://www.edpsciences.org>

2. Usoltsev V.A. Single-tree biomass of forest-forming species in Eurasia: database, climate-related geography, weight tables. Yekaterinburg: Ural state forest engineering university, 2016. 336 p. URL: <http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/5696>

3. Liu Z., Ma Q., Pan X. A study on the biomass and productivity of the natural *Larix gmelinii* forests // *Acta Phytocologica Sinica*. 1994. Vol. 18. No. 4. P. 328–337. (In Chinese with English abstracts).

4. Kudyba S. Big Data, Mining, and Analytics, Components of Strategic Decision Making, Boca Raton, CRC Press, 2014. 288 p.

5. Phytomass structure of *Larix Gmelini* (Rupr.) Rupr. stands at different stages of edificator's ontogenesis / S.G. Prokushkin, O.A. Zyryanova, M.A. Korets, A.E. Petrenko // Forest ecosystems of boreal zone: Biodiversity, bioeconomy, ecological risks. Proceedings of the All-Russian conference with international participation. Krasnoyarsk: IF SB RAS, 2019. P. 363–366.

6. Pozdnyakov L.K., Protopopov V.V., Gorbatenko V.M. Biological productivity of forests of Central Siberia and Yakutia. Krasnoyarsk: Krasnoyarsk Book publishing house, 1969. 120 p.

---

УДК 630\*1

## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СРЕДЫ НА ТЕРРИТОРИИ Г. НОВОТРОИЦКА ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ ПО СОСТОЯНИЮ БЕРЁЗЫ ПОВИСЛОЙ

А. В. БАЧУРИНА – кандидат сельскохозяйственных наук,  
доцент кафедры лесоводства\*,  
e-mail: 9502011169@mail.ru

Е. А. КУЛИКОВА – студент\*

\* ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»,  
620100, Россия, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37,  
тел.: 8 (343) 261-52-88

**Ключевые слова:** *Betula pendula* Roth., качество среды, флуктуирующая асимметрия, биоиндикация, листовая пластинка, промышленные поллютанты, г. Новотроицк, Оренбургская область, экология, окружающая среда.

Демографический и экономический рост городов одновременно привел и к увеличению техногенной нагрузки на экосистемы не только в самих городах, но и на большом удалении от них. Экологическое состояние городской среды в большинстве промышленных городов ухудшилось. Городская среда представляет собой целостность природных, природно-антропогенных и социально-экономических факторов, оказывающих различное воздействие на жителей городов.

---